

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 09 AUG 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 34 209.5

Anmeldetag: 26. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine
Brennkraftmaschine

IPC: F 02 M 47/06

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 1. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

5

25.07.2003 KNA/STR/POL
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10

Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse und einem ersten Ventilelement, welches eine erste in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche aufweist, und mindestens einem zweiten Ventilelement, welches eine zweite in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche aufweist, wobei jedem Ventilelement ein eigener hydraulischer Steuerraum zugeordnet ist, der mit einem gemeinsamen Hochdruckanschluss verbindbar und wenigstens bereichsweise von einer jeweiligen hydraulischen Steuerfläche begrenzt wird, und wobei zwischen den Steuerräumen eine Fluidverbindung vorhanden ist.

20

Eine solche Kraftstoff-Einspritzvorrichtung ist aus der DE 101 22 241 A1 bekannt. Sie kommt bei Brennkraftmaschinen mit Kraftstoff-Direkteinspritzung zum Einsatz. Bei derartigen Brennkraftmaschinen ist jedem Brennraum eine eigene Kraftstoff-Einspritzvorrichtung zugeordnet, die den Kraftstoff unter hohem Druck in den jeweiligen Brennraum einspritzt.

Insbesondere bei Dieselmotoren ist es zur Senkung der Emissionen und zur Steigerung des Wirkungsgrads der Brennkraftmaschine wünschenswert, den Kraftstoff möglichst fein zerstäubt in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzen. Um dieses Ziel zu erreichen, kann beispielsweise der Einspritzdruck, mit dem der Kraftstoff der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung zugeführt wird, vergleichsweise hoch sein.

10

Wenn vergleichsweise viele Austrittskanäle vorhanden sind, müsste der Kraftstoffdruck deutlich verringert werden, um auch kleine Mengen einspritzen zu können, ohne dass die entsprechenden Einspritzzeiten zu kurz werden. Da dies jedoch eine schlechtere Zerstäubung des Kraftstoffs zur Folge hätte, werden stattdessen Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen vorgeschlagen, welche mehrere Ventilelemente aufweisen, denen jeweils bestimmte Austrittskanäle zugeordnet sind. Soll nur wenig Kraftstoff eingespritzt werden, öffnet nur ein Ventilelement, so dass der Kraftstoff nur durch eine geringe Anzahl von Austrittskanälen in den Brennraum eingespritzt wird. Auch bei hohem Druck können so kleine Mengen mit guter Zerstäubung in den Brennraum eingebracht werden.

Bei der bekannten Vorrichtung sind beide Ventilelemente hubgesteuert. Dabei ist jedem Ventilelement eine in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche und eine in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Druckfläche zugeordnet. Soll das Ventilelement öffnen, wird der an der Steuerfläche anliegende Druck gesenkt.

Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art so weiter zu bilden, dass sie in allen Lastbereichen der

Brennkraftmaschine den Kraftstoff optimal einspritzt.

Die Aufgabe wird bei einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass sie eine

5 Ventileinrichtung umfasst, mit der die Fluidverbindung unterbrochen werden kann.

Vorteile der Erfindung

10

Dadurch, dass die Fluidverbindung unterbrochen werden kann, kann das eine Ventilelement hydraulisch vom anderen Ventilelement entkoppelt werden. Dies gestattet es vor allem zu verhindern, dass jenes Ventilelement, welches als zweites öffnet und an sich schon bei einer geringen Druckerhöhung wieder schließen würde, zu früh schließt und es am Ende einer Einspritzung zu einem unerwünscht flachen Einspritzdruckverlauf kommt. Dies wäre der Genauigkeit bei der Zumessung des Kraftstoffs in den Brennraum abträglich und würde insbesondere bei Vollast den Eintrag der benötigten Kraftstoffmenge erschweren.

15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500
505
510
515
520
525
530
535
540
545
550
555
560
565
570
575
580
585
590
595
600
605
610
615
620
625
630
635
640
645
650
655
660
665
670
675
680
685
690
695
700
705
710
715
720
725
730
735
740
745
750
755
760
765
770
775
780
785
790
795
800
805
810
815
820
825
830
835
840
845
850
855
860
865
870
875
880
885
890
895
900
905
910
915
920
925
930
935
940
945
950
955
960
965
970
975
980
985
990
995
1000
1005
1010
1015
1020
1025
1030
1035
1040
1045
1050
1055
1060
1065
1070
1075
1080
1085
1090
1095
1100
1105
1110
1115
1120
1125
1130
1135
1140
1145
1150
1155
1160
1165
1170
1175
1180
1185
1190
1195
1200
1205
1210
1215
1220
1225
1230
1235
1240
1245
1250
1255
1260
1265
1270
1275
1280
1285
1290
1295
1300
1305
1310
1315
1320
1325
1330
1335
1340
1345
1350
1355
1360
1365
1370
1375
1380
1385
1390
1395
1400
1405
1410
1415
1420
1425
1430
1435
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
1480
1485
1490
1495
1500
1505
1510
1515
1520
1525
1530
1535
1540
1545
1550
1555
1560
1565
1570
1575
1580
1585
1590
1595
1600
1605
1610
1615
1620
1625
1630
1635
1640
1645
1650
1655
1660
1665
1670
1675
1680
1685
1690
1695
1700
1705
1710
1715
1720
1725
1730
1735
1740
1745
1750
1755
1760
1765
1770
1775
1780
1785
1790
1795
1800
1805
1810
1815
1820
1825
1830
1835
1840
1845
1850
1855
1860
1865
1870
1875
1880
1885
1890
1895
1900
1905
1910
1915
1920
1925
1930
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
2025
2030
2035
2040
2045
2050
2055
2060
2065
2070
2075
2080
2085
2090
2095
2100
2105
2110
2115
2120
2125
2130
2135
2140
2145
2150
2155
2160
2165
2170
2175
2180
2185
2190
2195
2200
2205
2210
2215
2220
2225
2230
2235
2240
2245
2250
2255
2260
2265
2270
2275
2280
2285
2290
2295
2300
2305
2310
2315
2320
2325
2330
2335
2340
2345
2350
2355
2360
2365
2370
2375
2380
2385
2390
2395
2400
2405
2410
2415
2420
2425
2430
2435
2440
2445
2450
2455
2460
2465
2470
2475
2480
2485
2490
2495
2500
2505
2510
2515
2520
2525
2530
2535
2540
2545
2550
2555
2560
2565
2570
2575
2580
2585
2590
2595
2600
2605
2610
2615
2620
2625
2630
2635
2640
2645
2650
2655
2660
2665
2670
2675
2680
2685
2690
2695
2700
2705
2710
2715
2720
2725
2730
2735
2740
2745
2750
2755
2760
2765
2770
2775
2780
2785
2790
2795
2800
2805
2810
2815
2820
2825
2830
2835
2840
2845
2850
2855
2860
2865
2870
2875
2880
2885
2890
2895
2900
2905
2910
2915
2920
2925
2930
2935
2940
2945
2950
2955
2960
2965
2970
2975
2980
2985
2990
2995
3000
3005
3010
3015
3020
3025
3030
3035
3040
3045
3050
3055
3060
3065
3070
3075
3080
3085
3090
3095
3100
3105
3110
3115
3120
3125
3130
3135
3140
3145
3150
3155
3160
3165
3170
3175
3180
3185
3190
3195
3200
3205
3210
3215
3220
3225
3230
3235
3240
3245
3250
3255
3260
3265
3270
3275
3280
3285
3290
3295
3300
3305
3310
3315
3320
3325
3330
3335
3340
3345
3350
3355
3360
3365
3370
3375
3380
3385
3390
3395
3400
3405
3410
3415
3420
3425
3430
3435
3440
3445
3450
3455
3460
3465
3470
3475
3480
3485
3490
3495
3500
3505
3510
3515
3520
3525
3530
3535
3540
3545
3550
3555
3560
3565
3570
3575
3580
3585
3590
3595
3600
3605
3610
3615
3620
3625
3630
3635
3640
3645
3650
3655
3660
3665
3670
3675
3680
3685
3690
3695
3700
3705
3710
3715
3720
3725
3730
3735
3740
3745
3750
3755
3760
3765
3770
3775
3780
3785
3790
3795
3800
3805
3810
3815
3820
3825
3830
3835
3840
3845
3850
3855
3860
3865
3870
3875
3880
3885
3890
3895
3900
3905
3910
3915
3920
3925
3930
3935
3940
3945
3950
3955
3960
3965
3970
3975
3980
3985
3990
3995
4000
4005
4010
4015
4020
4025
4030
4035
4040
4045
4050
4055
4060
4065
4070
4075
4080
4085
4090
4095
4100
4105
4110
4115
4120
4125
4130
4135
4140
4145
4150
4155
4160
4165
4170
4175
4180
4185
4190
4195
4200
4205
4210
4215
4220
4225
4230
4235
4240
4245
4250
4255
4260
4265
4270
4275
4280
4285
4290
4295
4300
4305
4310
4315
4320
4325
4330
4335
4340
4345
4350
4355
4360
4365
4370
4375
4380
4385
4390
4395
4400
4405
4410
4415
4420
4425
4430
4435
4440
4445
4450
4455
4460
4465
4470
4475
4480
4485
4490
4495
4500
4505
4510
4515
4520
4525
4530
4535
4540
4545
4550
4555
4560
4565
4570
4575
4580
4585
4590
4595
4600
4605
4610
4615
4620
4625
4630
4635
4640
4645
4650
4655
4660
4665
4670
4675
4680
4685
4690
4695
4700
4705
4710
4715
4720
4725
4730
4735
4740
4745
4750
4755
4760
4765
4770
4775
4780
4785
4790
4795
4800
4805
4810
4815
4820
4825
4830
4835
4840
4845
4850
4855
4860
4865
4870
4875
4880
4885
4890
4895
4900
4905
4910
4915
4920
4925
4930
4935
4940
4945
4950
4955
4960
4965
4970
4975
4980
4985
4990
4995
5000
5005
5010
5015
5020
5025
5030
5035
5040
5045
5050
5055
5060
5065
5070
5075
5080
5085
5090
5095
5100
5105
5110
5115
5120
5125
5130
5135
5140
5145
5150
5155
5160
5165
5170
5175
5180
5185
5190
5195
5200
5205
5210
5215
5220
5225
5230
5235
5240
5245
5250
5255
5260
5265
5270
5275
5280
5285
5290
5295
5300
5305
5310
5315
5320
5325
5330
5335
5340
5345
5350
5355
5360
5365
5370
5375
5380
5385
5390
5395
5400
5405
5410
5415
5420
5425
5430
5435
5440
5445
5450
5455
5460
5465
5470
5475
5480
5485
5490
5495
5500
5505
5510
5515
5520
5525
5530
5535
5540
5545
5550
5555
5560
5565
5570
5575
5580
5585
5590
5595
5600
5605
5610
5615
5620
5625
5630
5635
5640
5645
5650
5655
5660
5665
5670
5675
5680
5685
5690
5695
5700
5705
5710
5715
5720
5725
5730
5735
5740
5745
5750
5755
5760
5765
5770
5775
5780
5785
5790
5795
5800
5805
5810
5815
5820
5825
5830
5835
5840
5845
5850
5855
5860
5865
5870
5875
5880
5885
5890
5895
5900
5905
5910
5915
5920
5925
5930
5935
5940
5945
5950
5955
5960
5965
5970
5975
5980
5985
5990
5995
6000
6005
6010
6015
6020
6025
6030
6035
6040
6045
6050
6055
6060
6065
6070
6075
6080
6085
6090
6095
6100
6105
6110
6115
6120
6125
6130
6135
6140
6145
6150
6155
6160
6165
6170
6175
6180
6185
6190
6195
6200
6205
6210
6215
6220
6225
6230
6235
6240
6245
6250
6255
6260
6265
6270
6275
6280
6285
6290
6295
6300
6305
6310
6315
6320
6325
6330
6335
6340
6345
6350
6355
6360
6365
6370
6375
6380
6385
6390
6395
6400
6405
6410
6415
6420
6425
6430
6435
6440
6445
6450
6455
6460
6465
6470
6475
6480
6485
6490
6495
6500
6505
6510
6515
6520
6525
6530
6535
6540
6545
6550
6555
6560
6565
6570
6575
6580
6585
6590
6595
6600
6605
6610
6615
6620
6625
6630
6635
6640
6645
6650
6655
6660
6665
6670
6675
6680
6685
6690
6695
6700
6705
6710
6715
6720
6725
6730
6735
6740
6745
6750
6755
6760
6765
6770
6775
6780
6785
6790
6795
6800
6805
6810
6815
6820
6825
6830
6835
6840
6845
6850
6855
6860
6865
6870
6875
6880
6885
6890
6895
6900
6905
6910
6915
6920
6925
6930
6935
6940
6945
6950
6955
6960
6965
6970
6975
6980
6985
6990
6995
7000
7005
7010
7015
7020
7025
7030
7035
7040
7045
7050
7055
7060
7065
7070
7075
7080
7085
7090
7095
7100
7105
7110
7115
7120
7125
7130
7135
7140
7145
7150
7155
7160
7165
7170
7175
7180
7185
7190
7195
7200
7205
7210
7215
7220
7225
7230
7235
7240
7245
7250
7255
7260
7265
7270
7275
7280
7285
7290
7295
7300
7305
7310
7315
7320
7325
7330
7335
7340
7345
7350
7355
7360
7365
7370
7375
7380
7385
7390
7395
7400
7405
7410
7415
7420
7425
7430
7435
7440
7445
7450
7455
7460
7465
7470
7475
7480
7485
7490
7495
7500
7505
7510
7515
7520
7525
7530
7535
7540
7545
7550
7555
7560
7565
7570
7575
7580
7585
7590
7595
7600
7605
7610
7615
7620
7625
7630
7635
7640
7645
7650
7655
7660
7665
7670
7675
7680
7685
7690
7695
7700
7705
7710
7715
7720
7725
7730
7735
7740
7745
7750
7755
7760
7765
7770
7775
7780
7785
7790
7795
7800
7805
7810
7815
7820
7825
7830
7835
7840
7845
7850
7855
7860
7865
7870
7875
7880
7885
7890
7895
7900
7905
7910
7915
7920
7925
7930
7935
7940
7945
7950
7955
7960
7965
7970
7975
7980
7985
7990
7995
8000
8005
8010
8015
8020
8025
8030
8035
8040
8045
8050
8055
8060
8065
8070
8075
8080
8085
8090
8095
8100
8105
8110
8115
8120
8125
8130
8135
8140
8145
8150
8155
8160
8165
8170
8175
8180
8185
8190
8195
8200
8205
8210
8215
8220
8225
8230
8235
8240
8245
8250
8255
8260
8265
8270
8275
8280
8285
8290
8295
8300
8305
8310
8315
8320
8325
8330
8335
8340
8345
8350
8355
8360
8365
8370
8375
8380
8385
8390
8395
8400
8405
8410
8415
8420
8425
8430
8435
8440
8445
8450
8455
8460
8465
8470
8475
8480
8485
8490
8495
8500
8505
8510
8515
8520
8525
8530
8535
8540
8545
8550
8555
8560
8565
8570
8575
8580
8585
8590
8595
8600
8605
8610
8615
8620
8625
8630
8635
8640
8645
8650
8655
8660
8665
8670
8675
8680
8685
8690
8695
8700
8705
8710
8715
8720
8725
8730
8735
8740
8745
8750
8755
8760
8765
8770
8775
8780
8785
8790
8795
8800
8805
8810
8815
8820
8825
8830
8835
8840
8845
8850
8855
8860
8865
8870
8875
8880
8885
8890
8895
8900
8905
8910
8915
8920
8925
8930
8935
8940
8945
8950
8955
8960
8965
8970
8975
8980
8985
8990
8995
9000
9005
9010
9015
9020
9025
9030
9035
9040
9045
9050
9055
9060
9065
9070
9075
9080
9085
9090
9095
9100
9105
9110
9115
9120
9125
9130
9135
9140
9145
9150
9155
9160
9165
9170
9175
9180
9185
9190
9195
9200
9205
9210
9215
9220
9225
9230
9235
9240
9245
9250
9255
9260
9265
9270
927

solche Kraftstoff-Einspritzvorrichtung baut kompakt und ist zuverlässig. Außerdem wird bei geöffnetem innerem Ventilelement dessen wirksame Steuerfläche reduziert, was ein zu frühes Schließen zu vermeiden hilft.

5

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die hydraulische Steuerfläche des inneren Ventilelements insgesamt konisch ist und so den Ventilkörper der Ventileinrichtung bildet. Dies vereinfacht die Herstellung.

10

Wenn der Endabschnitt des äußeren Ventilelements ein separates zylindrisches Teil umfasst, in dem eine zentrische, stufenförmige Durchgangsbohrung vorhanden ist, wird die Fertigung vereinfacht.

15

Alternativ ist auch denkbar, dass die Fluidverbindung in etwa radial verläuft und die Ventileinrichtung eine Ventilkante an einem Ventilelement im Sinne eines Schieberventils umfasst, welche in einer geöffneten 20 Endstellung dieses Ventilelements die Mündung der Fluidverbindung wenigstens in etwa verdeckt. Dies ermöglicht geringere Fertigungstoleranzen.

25

Vorgeschlagen wird auch, dass die Fluidverbindung eine Strömungsdrossel umfasst. In diesem Fall kann die hydraulische Kopplung des Druckverlaufs im einen Steuerraum mit dem Druckverlauf im anderen Steuerraum sehr genau eingestellt werden.

30

Indem ein Ventilelement einen Mitnehmerabschnitt aufweist, welcher am anderen Ventilelement mindestens zu Beginn des Schließvorganges anliegt, wird in bestimmten Betriebssituationen ein gemeinsames Schließen sichergestellt. Dies fördert die Ausbildung eines 35 emissionsgünstigen Einspritzverhaltens.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Steuerflächen so dimensioniert sind, dass dann, wenn der Druck in dem dem äußeren Ventilelement zugeordneten Steuerraum wieder erhöht wird, bevor das innere Ventilelement in seiner geöffneten Endstellung angelangt ist, in der es die Fluidverbindung verschließt, das innere Ventilelement vor dem äußeren Ventilelement schließt, und wenn die bei geschlossener Ventileinrichtung und maximalem Druck in dem dem äußeren Ventilelement zugeordneten Steuerraum auf die wirksame Steuerfläche des inneren Ventilelements wirkende hydraulische Kraft ausreicht, um das innere Ventilelement in Schließrichtung zu bewegen, sobald das äußere Ventilelement in seine Schließstellung kommt. In diesem Fall kann bei Teillast ein sukzessives Öffnen und Schließen der beiden Ventilelement realisiert werden, wohingegen bei Volllast ein sukzessives Öffnen, jedoch ein nahezu gleichzeitiges Schließen der Ventilelement möglich ist.

20 Zeichnungen

Nachfolgend werden besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine mit mehreren Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen;

30 Figur 2 einen Teilschnitt durch eine der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen von Figur 1;

Figur 3 ein Detail III der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Figur 2;

Figur 4 ein Detail IV der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung von Figur 2 in einem ersten Betriebszustand;

5 Figur 5 eine Darstellung ähnlich Figur 4, in einem zweiten Betriebszustand;

10 Figur 6 ein Diagramm, in dem die Hübe der beiden Ventilelemente und die Schaltstellung eines Schaltventils bei Teillast der Brennkraftmaschine über der Zeit aufgetragen sind;

Figur 7 ein Diagramm ähnlich Figur 6 bei Volllast;

15 Figur 8 ein Diagramm, in dem eine abgegebene Kraftstoffmenge über einer Ansteuerzeit der in den Figuren 1 bis 5 gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung aufgetragen ist;

20 Figur 9 eine Darstellung ähnlich Figur 3 einer abgewandelten Ausführungsform einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung; und

25 Figur 10 eine Darstellung ähnlich Figur 3 einer nochmals abgewandelten Ausführungsform einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30 In Figur 1 trägt ein Kraftstoffsystem insgesamt das Bezugszeichen 10. Es gehört zu einer Brennkraftmaschine, welche im Detail nicht dargestellt ist. Das Kraftstoffsystem 10 umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, 35 aus dem eine elektrische Kraftstoffpumpe 14 den Kraftstoff

zu einer Hochdruck-Kraftstoffpumpe 16 fördert. Diese verdichtet den Kraftstoff auf einen sehr hohen Druck und fördert ihn weiter zu einer Kraftstoff-Sammelleitung 18 ("Rail").

5

An die Kraftstoff-Sammelleitung 18 sind mehrere Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 angeschlossen. Diese spritzen den Kraftstoff direkt in einen ihnen jeweils zugeordneten Brennraum 22 ein. Die Verbindung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 mit der Kraftstoff-Sammelleitung 18 erfolgt jeweils über einen Hochdruckanschluss 24. Über einen Niederdruckanschluss 26 sind die Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 mit dem Kraftstoffbehälter 12 verbunden. Der Betrieb der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 wird von einem Steuer- und Regelgerät 28 gesteuert beziehungsweise geregelt.

10

15

20

Die genaue Ausgestaltung der Kraftstoff-Einspritzvorrichtungen 20 wird nun insbesondere unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 5 erläutert:

25

30

35

In einem mehrteiligen Gehäuse 30 ist eine in Längsrichtung verlaufende Ausnehmung 32 vorhanden. In dieser sind zwei zueinander koaxiale Ventilelemente 34 und 36 angeordnet. Das äußere Ventilelement 36 weist in etwa in Höhe seiner halben Längserstreckung eine durch einen umlaufenden konischen Absatz gebildete und in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Druckfläche 38a auf. Die Ausnehmung 32 weist in diesem Bereich einen durch eine umlaufende Erweiterung gebildeten Druckraum 40 auf. Dieser ist über einen Hochdruckkanal 42 mit dem Hochdruckanschluss 24 verbunden. Im Bereich seines in Figur 2 unteren Endes ist am äußeren Ventilelement 36 eine zweite, durch einen konischen Absatz gebildete und in Öffnungsrichtung wirkende Druckfläche 38b vorhanden (vergleiche Figur 3).

Vom Druckraum 40 zur Druckfläche 38b erstreckt sich ein Ringraum 44. Nochmals stromabwärts von der Druckfläche 38b ist am äußeren Ventilelement 36 eine Dichtkante 46

5 ausgebildet, die bei geschlossenem Ventilelement 36 an einer konischen Gehäusefläche 48 der Ausnehmung 32 anliegt. Nochmals stromabwärts von der Dichtkante 46 wird das Gehäuse 30 von mehreren, in Umfangsrichtung verteilt angeordneten Kraftstoff-Austrittskanälen 50 durchsetzt.

10

Das innere Ventilelement 34 weist zwei Führungsabschnitte 52a und 52b auf, mit denen es im äußeren Ventilelement 36 geführt ist. An dem in den Figuren 2 und 3 unteren Ende des inneren Ventilelements 34 ist eine erste durch einen 15 konischen Absatz gebildete und in Öffnungsrichtung wirkende Druckfläche 54a ausgebildet. Stromabwärts von dieser ist eine Dichtkante 56 vorhanden, die bei geschlossenem innerem Ventilelement 34 ebenfalls an der konischen Gehäusefläche 48 anliegt. Die Spitze des inneren Ventilelements 34 bildet 20 eine weitere in Öffnungsrichtung des Ventilelements 34 wirkende Druckfläche 54b. Dem inneren Ventilelement 34 sind eigene Kraftstoff-Austrittskanäle 58 zugeordnet, die ebenfalls über den Umfang des Gehäuses 30 verteilt angeordnet sind.

25

Das äußere Ventilelement 36 umfasst einen separaten Zwischenabschnitt 60 und eine separate, hülsenförmige Endkappe 62. Der Zwischenabschnitt 60 weist einen sich radial erstreckenden Kragen 64 auf, an dem sich eine 30 Druckfeder 66 abstützt. Durch die Druckfeder 66 wird das äußere Ventilelement 36 in Schließrichtung beaufschlagt. Die Endkappe 62 ist als zylindrisches Teil mit einer Seitenwand 62a und einem Deckel 62b ausgebildet, in dem eine zentrische, stufenförmige Durchgangsbohrung 68 35 ausgebildet ist. In einem in den Figuren 2, 4 und 5 unteren

Bereich 68a der Durchgangsbohrung, der einen vergleichsweise großen Durchmesser aufweist, ist ein Endkolben 70 des inneren Ventilelements 34 gleitend geführt.

5

Ein Bereich 68b der Durchgangsbohrung 68 hat einen vergleichsweise kleinen Durchmesser und verbindet einen zwischen dem Endkolben 70 des inneren Ventilelements 34 und der Endkappe 62 des äußeren Ventilelements 36 ausgebildeten hydraulischen Steuerraum 72 mit einem zwischen der Endkappe 62 und dem Gehäuse 30 ausgebildeten hydraulischen Steuerraum 74, und wird daher nachfolgend als Verbindungskanal 68b bezeichnet. Der Steuerraum 74 ist über einen Hochdruckkanal 76 und eine in diesem angeordnete Zulaufdrossel 78 mit dem Hochdruckkanal 42 ständig verbunden.

10

15

Der Steuerraum 72 wird seitens des Endkolbens 70 von einer hydraulischen Steuerfläche 73 begrenzt, die einen äußeren ebenen Randabschnitt 73a und einen mittigen, konischen und senkrecht abragenden Zapfenabschnitt 73b aufweist. Analog hierzu wird der Steuerraum 74 von Seiten der Endkappe 62 des äußeren Ventilelements 36 von einer hydraulischen Steuerfläche 75 mit einem ebenen Zentralabschnitt 75a und einem abgeschrägten Randabschnitt 75b begrenzt. Die Mündung (ohne Bezugszeichen) des Verbindungskanals 68b in den inneren Steuerraum 72 bildet einen Ventilsitz für den Zapfenabschnitt 73b. Auf diese Weise wird eine Ventileinrichtung 77 gebildet, welche den Verbindungskanal 68b sperren kann. Hierauf wird weiter unten noch stärker im Detail eingegangen werden.

20

25

30

35

Eine Abströmdrossel 80 und ein Abströmkanal 82 führen vom Steuerraum 74 zu einem elektromagnetischen Schaltventil 84. Dessen zweiter Anschluss führt zum Niederdruckanschluss 26.

Über das Schaltventil 84 kann der Steuerraum 74 mit dem Niederdruckanschluss 26 verbunden oder von diesem getrennt werden. Die Mündung der Abströmdrossel 80 in den Steuerraum 74 liegt koaxial zum Verbindungskanal 68b in der Endkappe 5 62 des äußeren Ventilelements 36. Die Mündung des Hochdruckkanals 76 dagegen liegt im Bereich des äußeren Rands des Steuerraums 74.

10 Die in den Figuren 2 bis 5 gezeigte Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 arbeitet folgendermaßen:

15 In der in Figur 4 gezeigten Ausgangsstellung ist einerseits das Schaltventil 84 und sind anderseits die Ventilelemente 34 und 36 geschlossen. Die Steuerräume 72 und 74 sind daher vom Niederdruckanschluss 26 getrennt und nur mit dem Hochdruckanschluss 24 verbunden. In den beiden Steuerräumen 72 und 74 herrscht daher der maximal mögliche Fluiddruck, der in etwa dem Druck am Hochdruckanschluss 24 beziehungsweise in der Kraftstoff-Sammelleitung 18 entspricht. Der gleiche Druck herrscht auch im 20 Hochdruckkanal 42, im Druckraum 40 und im Ringraum 44, und somit auch an den Druckflächen 38a und 38b des äußeren Ventilelements 36.

25 Die Größe der Steuerfläche 75 an der Endkappe 62 des äußeren Ventilelements 36, die Kraft der Druckfeder 66, und die Dimensionen der beiden Druckflächen 38a und 38b sind so aufeinander abgestimmt, dass dann, wenn im Steuerraum 74 der maximal mögliche Kraftstoffdruck herrscht, die auf das 30 äußere Ventilelement 36 wirkende Kraftresultierende dieses sicher mit der Dichtkante 46 gegen die konische Gehäusefläche 48 drückt. Auf diese Weise kann weder durch die Austrittskanäle 50 noch durch die Austrittskanäle 58 Kraftstoff austreten. In diesem Ausgangszustand liegt 35 darüber hinaus auch die Dichtkante 56 des inneren

Ventilelements 34 an der konischen Gehäusefläche 48 an, und zwar insgesamt vor allem aufgrund der an der Steuerfläche 73 am Endkolben 70 des inneren Ventilelements 34 angreifenden hydraulischen Kraft.

5

Wenn eine vergleichsweise geringe Kraftstoffmenge von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 in einen Brennraum 22 eingespritzt werden soll, wird das Schaltventil 84 nur sehr kurz geöffnet. Hierdurch sinkt der Druck im Steuerraum 74

10

ab, und entsprechend sinkt auch die an der Steuerfläche 75 angreifende hydraulische Kraft. Da an den beiden Druckflächen 38a und 38b des äußeren Ventilelements 36 jedoch weiterhin der hohe Fluiddruck anliegt, überwiegen nun die in Öffnungsrichtung wirkenden Kräfte. Die

15

Dichtkante 46 wird daher von der konischen Gehäusefläche 48 abgehoben, und das äußere Ventilelement 36 öffnet. Somit kann Kraftstoff zu den Austrittskanälen 50 strömen und aus diesen austreten.

20

Die Druckabsenkung im Steuerraum 72, welcher dem inneren Ventilelement 34 zugeordnet ist, ist gegenüber der Druckabsenkung im Steuerraum 74 zeitverzögert, da der Verbindungskanal 68b

25

in der Endkappe 62 des äußeren Ventilelements 36 eine zusätzliche Drosselstelle bildet. Wird das Schaltventil 84 wieder rechtzeitig geschlossen, wird die Druckabsenkung im Steuerraum 72, der dem inneren Ventilelement 34 zugeordnet ist, gestoppt, bevor das innere Ventilelement 34 öffnet.

30

Wenn auch das innere Ventilelement 34 öffnen soll, wird das Schaltventil 84 entsprechend länger geöffnet. Dabei wird zunächst der Fall betrachtet, dass nur eine mittlere Kraftstoffmenge eingespritzt werden soll, wie beispielsweise bei Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine.

35

Dieser Fall ist in Figur 6 über der Zeit t aufgetragen.

Dabei trägt die Kurve, welche die Schaltstellung des Schaltventils 84 wiedergibt, das Bezugszeichen 86. Die Hubkurve h des äußeren Ventilelements 36 ist mit 88 bezeichnet, jene des inneren Ventilelements mit 90. Die 5 Kurve, welche den Kraftstoffstrom dQ/dt wiedergibt, trägt das Bezugszeichen 92.

Der Öffnungsvorgang des äußeren Ventilelements 36 ist identisch zu dem oben beschriebenen. Allerdings wird das 10 Schaltventil 84 nun so lange offen gelassen, dass auch im Steuerraum 72 der Druck so weit abfallen kann, dass die an der Druckfläche 54a des inneren Ventilelements 34 in Öffnungsrichtung wirkende hydraulische Kraft die an der Steuerfläche 73 in Schließrichtung wirkende Kraft 15 übersteigt. Hierdurch hebt die Dichtkante 56 des inneren Ventilelements 34 von der Gehäusefläche 48 ab, so dass Kraftstoff auch zu den Austrittskanälen 58 gelangt und durch diese aus der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 austritt. Der Durchmesser des Verbindungskanals 68b ist 20 dabei so gewählt, dass der Kraftstoff aus dem Steuerraum 72 nur vergleichsweise langsam abströmen kann. Insgesamt öffnet das innere Ventilelement 34 daher entsprechend langsam.

25 Das Schaltventil 84 wird in dem hier betrachteten Beispiel wieder geschlossen, bevor das innere Ventilelement 34 mit dem Ventilzapfen 73b am Deckel 62b der Endkappe 62 anschlägt und den Verbindungskanal 68b verschließt. Somit erhöht sich zwar zunächst der Druck im Steuerraum 74, der 30 dem äußeren Ventilelement 36 zugeordnet ist. Durch den Verbindungskanal 68b wird die Druckerhöhung jedoch auch in den inneren Steuerraum 72 übertragen. Da dessen Volumen vergleichsweise klein und die Steuerfläche 73 vergleichsweise groß ist, beginnt das innere Ventilelement 35 34 seine Schließbewegung (Kurve 90) noch vor dem äußeren

Ventilelement 36 (Kurve 88). Wird das Schaltventil 84 also geschlossen, bevor das innere Ventilelement 34 in seiner geöffneten Endstellung angelangt ist, schließt dieses vor dem äußeren Ventilelement. Es ergibt sich beim Öffnen und 5 beim Schließen ein stufenförmiges Einspritzverhalten (Kurve 92 in Figur 6).

Wird das Schaltventil 84 also so lange offen gelassen, dass auch beim inneren Ventilelement 34 ein Öffnungsvorgang 10 einsetzt, dann führt dies nicht zu einer plötzlichen sondern nur zu einer allmählichen Erhöhung der von der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 abgegebenen Kraftstoffmenge. Ein so genannter "Mengensprung" in diesem Grenzbereich der Ansteuerzeit des Schaltventils 84 wird bei 15 der in den Figuren 2 bis 5 gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 also vermieden.

Eine entsprechende Kurve, welche die abgegebene Kraftstoffmenge über der Ansteuerzeit des Schaltventils 84 20 zeigt, ist in Figur 8 aufgetragen. Jene Ansteuerdauer des Schaltventils 84, bei welcher das innere Ventilelement 34 zu öffnen beginnt, ist mit t_{34} bezeichnet. Man erkennt, dass auch zum Zeitpunkt t_{34} bei der Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 keine sprunghafte Zunahme der abgegebenen Kraftstoffmenge Q beobachtet werden kann. Die entsprechende Kurve bei einer herkömmlichen Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 ist in Figur 6 gestrichelt 25 aufgetragen. Man erkennt dort deutlich den Mengensprung MS zum Zeitpunkt t_{34} .

30 Nun wird ein nochmals anderer Anwendungsfall betrachtet, wie er beispielsweise bei Vollast der Brennkraftmaschine vorkommt. Dieser Fall ist in Figur 7 aufgetragen. Das Öffnen der beiden Ventilelement 34 und 36 erfolgt wie oben 35 beschrieben. Das Schaltventil 84 bleibt jedoch so lange

geöffnet, dass das innere Ventilelement 34 bis in seine geöffnete Endstellung gelangen kann, in der die Ventileinrichtung 77 mit dem Ventilzapfen 73b den Verbindungskanal 68b verschließt (vergleiche Figur 5). Auf 5 diese Weise ist der Steuerraum 72 vom Steuerraum 74 getrennt. Der Druck im Steuerraum 72 sinkt nun aufgrund der Leckage zwischen dem Endkolben 70 und der Endkappe 62 weiterhin und im Extremfall bis auf das Niveau am Niederdruckanschluss 26 ab.

10

Soll die Einspritzung von Kraftstoff beendet werden, wird das Schaltventil 84 geschlossen. Hierdurch erhöht sich der Druck im Steuerraum 74 und im Verbindungskanal 68b. Die Wirkfläche des Zapfenabschnitts 73b ist jedoch im Gegensatz 15 zu den in Öffnungsrichtung wirkenden Druckflächen 54a und 54b des inneren Ventilelements 34 so klein, dass sichergestellt ist, dass das innere Ventilelement 34 zunächst nicht selbsttätig schließt. Stattdessen wird das innere Ventilelement 34 durch den am Deckel 62b anliegenden 20 Zapfenabschnitt 73b während der Schließbewegung des äußeren Ventilelements 36 mitgenommen. Inneres und äußeres Ventilelement 34 und 36 schließen daher gleichzeitig.

25

Sobald das äußere Ventilelement 36 mit seiner Dichtkante 46 in die unmittelbare Nähe der Gehäusefläche 48 gelangt, wird der Kraftstofffluss zu den Austrittskanälen 50 und auch zu den Austrittskanälen 58 gedrosselt. Hierdurch sinkt auch der Druck, der an den Druckflächen 54a und 54b des inneren Ventilelements 34 anliegt, und die in Öffnungsrichtung auf 30 das innere Ventilelement 34 wirkende hydraulische Kraft wird kleiner. Schließlich überwiegt die am Zapfenabschnitt 73b in Schließrichtung wirkende Kraft und reicht aus, um den Endkolben 70 des inneren Ventilelements 34 vom Deckel 62b wegzubewegen.

35

Nun liegt mehr oder weniger schlagartig an der gesamten Steuerfläche 73 des Endkolbens 70 ein entsprechend hoher Fluiddruck an, so dass das innere Ventilelement 34 sehr schnell noch die restliche Strecke bis in seine vollständig 5 geschlossene Position bewegt wird. Dabei ist nur noch ein sehr geringer Weg zurückzulegen, da das innere Ventilelement 34 vom äußeren Ventilelement 36 ja bereits zu einem erheblichen Schließhub gezwungen wurde. Das innere Ventilelement 34 schließt also in etwa zur gleichen Zeit 10 wie das äußere Ventilelement 36. Der Kraftstoff kann von der in den Figuren 2 bis 5 gezeigten Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 daher mit sehr großer Präzision in den Brennraum 22 eingebracht werden.

15 In Figur 9 ist ein Bereich einer alternativen Ausführungsform einer Kraftstoff-Einspritzvorrichtung 20 gezeigt. Dabei tragen solche Elemente und Bereiche, die äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels aufweisen, die gleichen 20 Bezugszeichen. Sie sind nicht nochmals im Detail erläutert. Der Unterschied betrifft die Ausgestaltung der Steuerfläche 73 am Endkolben 70. Diese weist keinen Zapfenabschnitt auf, sondern ist insgesamt konisch ausgestaltet. Dies vereinfacht die Herstellung.

25 Eine nochmals andere Ausführungsform zeigt Figur 10. Auch hier gilt, dass solche Elemente und Bereiche, welche äquivalente Funktionen zu Elementen und Bereichen der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele aufweisen, die gleichen 30 Bezugszeichen tragen und nicht nochmals im Detail erläutert sind.

35 Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ist die Steuerfläche 73 des Endkolbens 70 des inneren Ventilelements 34 gerade

ausgeführt mit einer randseitigen Fase 73b. Ferner ist die Bohrung 68 als Sackbohrung ausgebildet. Von ihrem dem Deckel 62b unmittelbar benachbarten Randabschnitt erstreckt sich schräg nach außen und oben ein Fluidkanal 68b bis zu 5 dem angeschrägten Randabschnitt 75b der Steuerfläche 75 an der Endkappe 62. Der Abströmkanal 82 mit der Abströmdrossel 80 mündet ferner nicht zentrisch in den Steuerraum 74, sondern in einen dem angeschrägten Randabschnitt 75b gegenüberliegenden Bereich. Bei dem in Figur 8 gezeigten 10 Ausführungsbeispiel bildet der Fluidkanal 68b zusammen mit der radial äußeren Kante der Fase 73b ein Schieberventil 77, durch welches der Steuerraum 72 vom Steuerraum 74 getrennt beziehungsweise mit diesem verbunden werden kann.

5

25.07.2003

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10



Ansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) für eine Brennkraftmaschine, mit einem Gehäuse (30) und einem ersten Ventilelement (34), welches eine erste in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche (73) aufweist, und mindestens einem zweiten Ventilelement (36), welches eine zweite in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche (75) aufweist, wobei jedem Ventilelement (34, 36) ein eigener hydraulischer Steuerraum (72, 74) zugeordnet ist, der mit einem gemeinsamen Hochdruckanschluss (24) verbindbar und wenigstens bereichsweise von einer jeweiligen hydraulischen Steuerfläche (73, 75) begrenzt wird, und wobei zwischen den Steuerräumen (72, 74) eine Fluidverbindung (68b) vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Ventileinrichtung (77) umfasst, mit der die Fluidverbindung (68b) unterbrochen werden kann.
2. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Ventilelemente (34, 36) koaxial angeordnet sind, dass der dem inneren Ventilelement (34) zugeordnete Steuerraum (72) und die Fluidverbindung (68b) in einem Endabschnitt (62) des äußeren Ventilelements (36) ausgebildet sind, und dass die

Ventileinrichtung (77) einen zapfenartigen, vorzugsweise konischen Ventilkörper (73b) am inneren Ventilelement (34) umfasst, welcher in einer geöffneten Endstellung des inneren Ventilelements (34) die Mündung der Fluidverbindung 5 (68b) in den inneren Steuerraum (72) wenigstens in etwa verschließt.

3. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Steuerfläche (73) des inneren Ventilelements (34) insgesamt konisch ist und so den Ventilkörper der Ventileinrichtung (77) bildet.

10

4. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt des äußeren Ventilelements (36) ein separates zylindrisches Teil (62) umfasst, in dem eine zentrische, 15 stufenförmige Durchgangsbohrung (68) vorhanden ist.

15

5. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fluidverbindung (68b) in etwa radial verläuft und die Ventileinrichtung (77) eine Ventilkante (73b) an einem Ventilelement (34) im Sinne eines Schiebervents umfasst, welche in einer geöffneten 20 Endstellung dieses Ventilelements (34) die Mündung der Fluidverbindung (68b) wenigstens in etwa verdeckt.

20

6. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die 25 Fluidverbindung (68b) eine Strömungsdrossel umfasst.

25

7. Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ventilelement (36) einen Mitnehmerabschnitt (62b) aufweist, welcher am anderen Ventilelement (34) mindestens zu Beginn 30 des Schließvorganges anliegt.

8. Kraftstoff-Einspitzvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerflächen (73, 75) so dimensioniert sind, dass dann, wenn der Druck in dem dem äußeren Ventilelement (36)

5 zugeordneten Steuerraum (74) wieder erhöht wird, bevor das innere Ventilelement (34) in seiner geöffneten Endstellung angelangt ist, in der es die Fluidverbindung (68b) verschließt, das innere Ventilelement (34) vor dem äußeren Ventilelement (36) schließt, und dass die bei geschlossener

10 Ventileinrichtung (77) und maximalem Druck in dem dem äußeren Ventilelement (36) zugeordneten Steuerraum (74) auf die wirksame Steuerfläche (73b) des inneren Ventilelements (34) wirkende hydraulische Kraft ausreicht, um das innere Ventilelement (34) in Schließrichtung zu bewegen, sobald

15 das äußere Ventilelement (36) in seine Schließstellung kommt.

25.07.2003 KNA/STR/POL
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

Kraftstoff-Einspritzvorrichtung für eine Brennkraftmaschine

10 Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoff-Einspritzvorrichtung (20) für eine Brennkraftmaschine. Sie umfasst ein Gehäuse (30) und ein erstes Ventilelement (34), welches eine erste 15 in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche (73) aufweist, und mindestens ein zweites Ventilelement (36), welches eine zweite in Schließrichtung wirkende hydraulische Steuerfläche (75) aufweist. Jedem Ventilelement (34, 36) ist ein eigener hydraulischer 20 Steuerraum (72, 74) zugeordnet, der mit einem gemeinsamen Hochdruckanschluss (24) verbindbar und wenigstens bereichsweise von einer jeweiligen hydraulischen Steuerfläche (73, 75) begrenzt wird. Zwischen den Steuerräumen (72, 74) ist eine Fluidverbindung (68b) vorhanden. Es wird vorgeschlagen, dass sie eine 25 Ventileinrichtung (77) umfasst, mit der die Fluidverbindung (68b) unterbrochen werden kann. Figur 4

Eig.

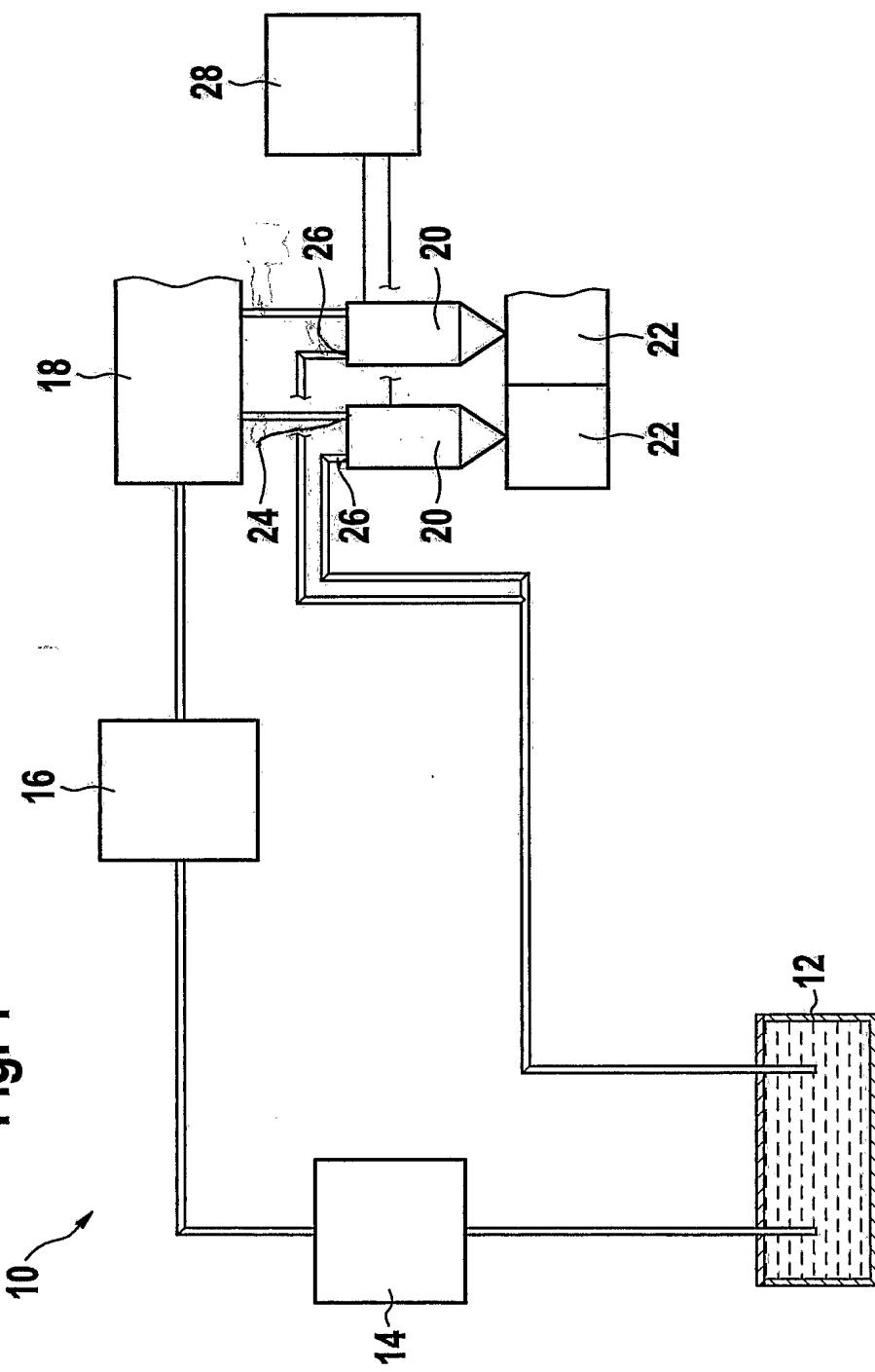


Fig. 2

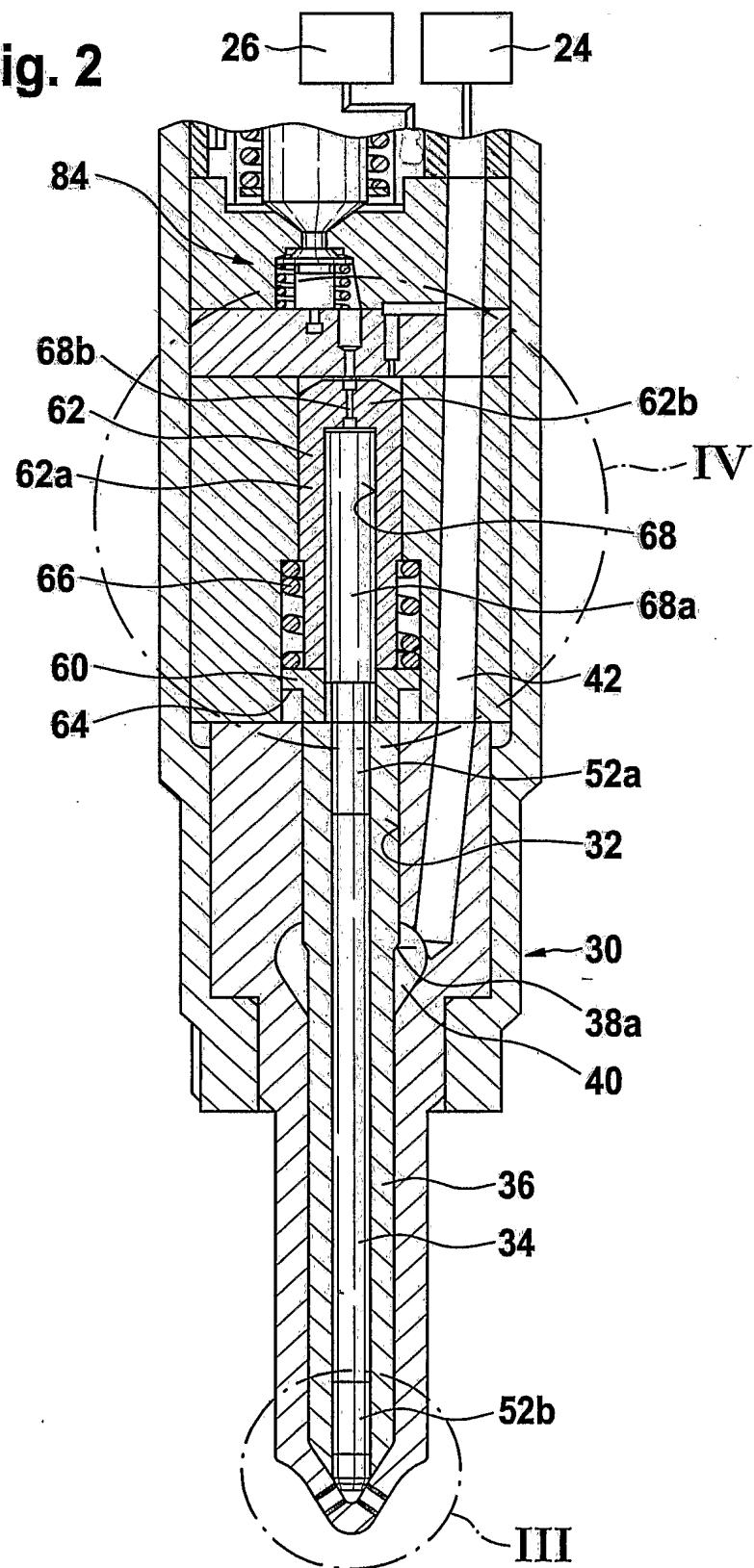


Fig. 3

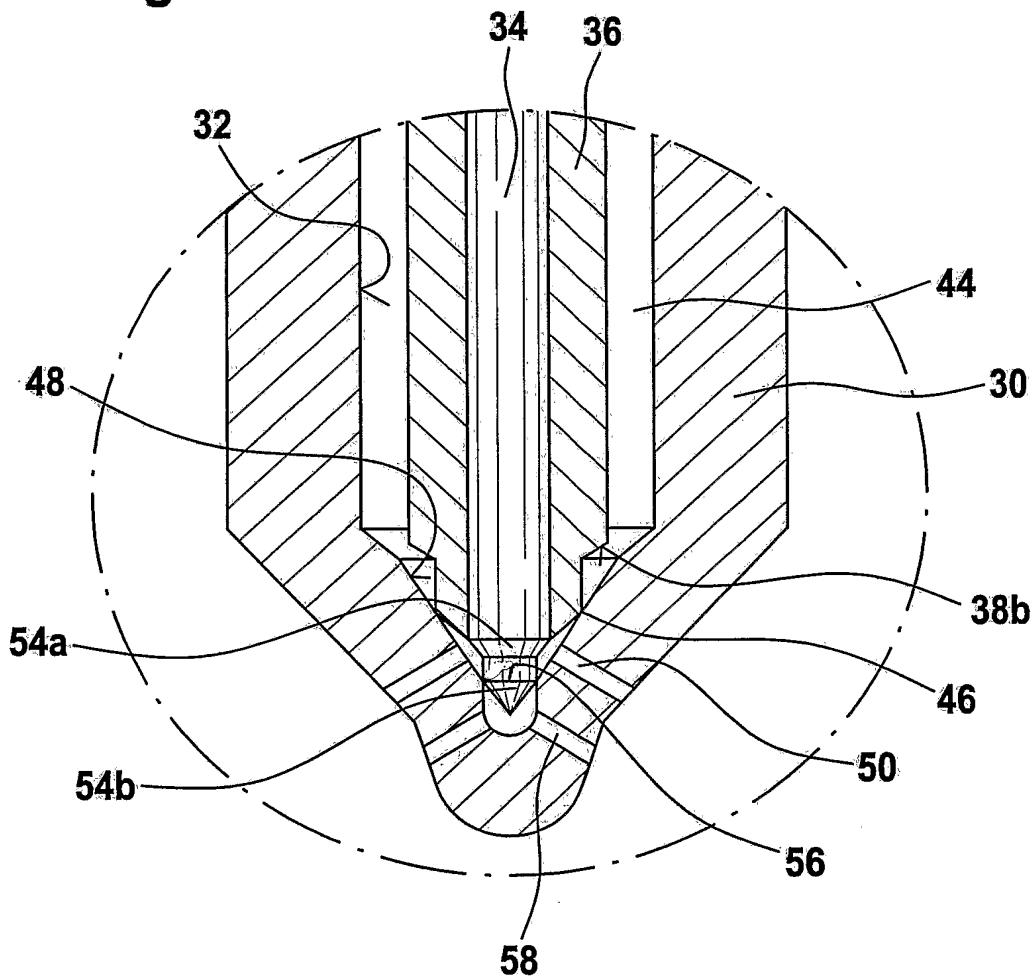


Fig. 4

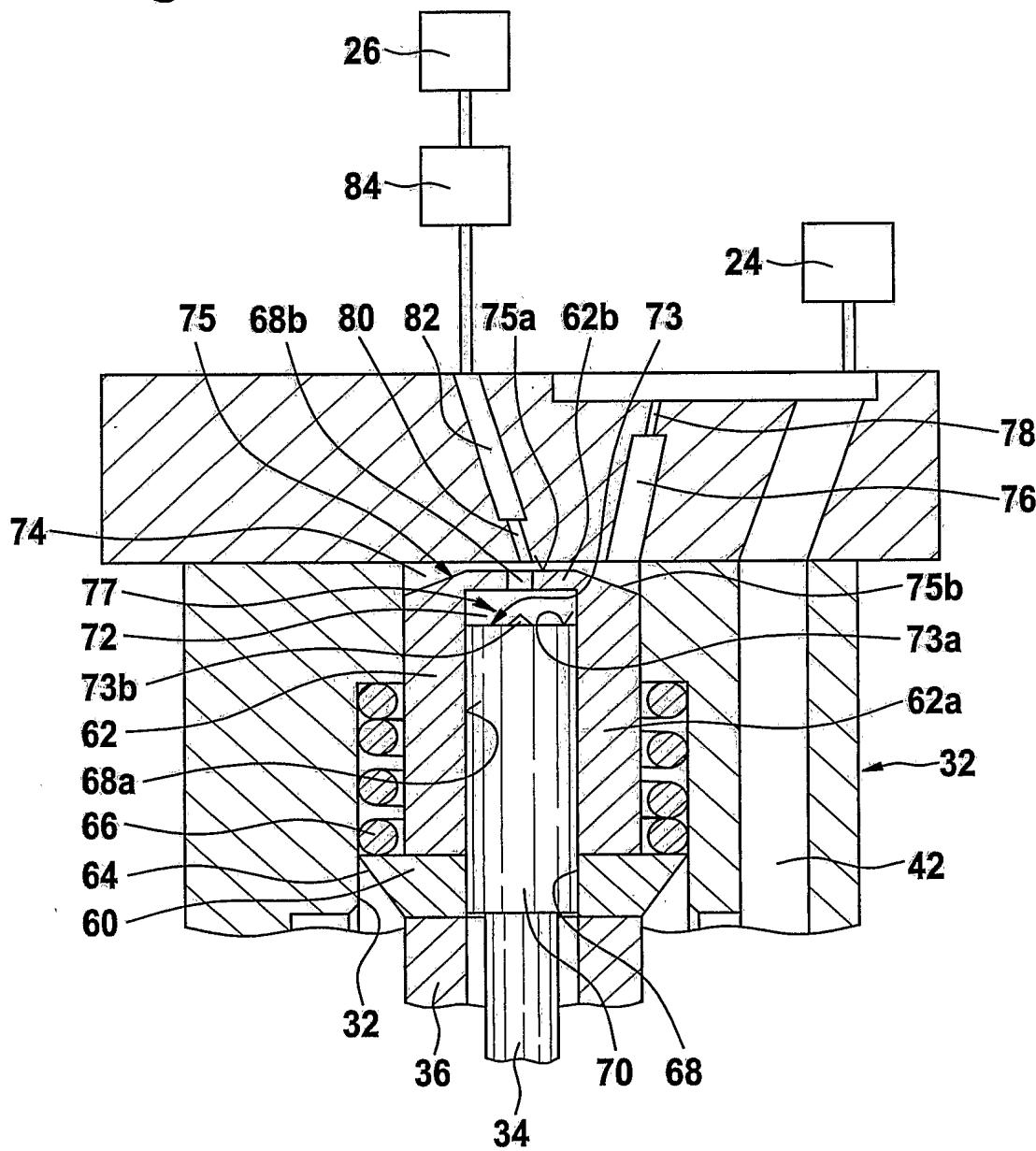
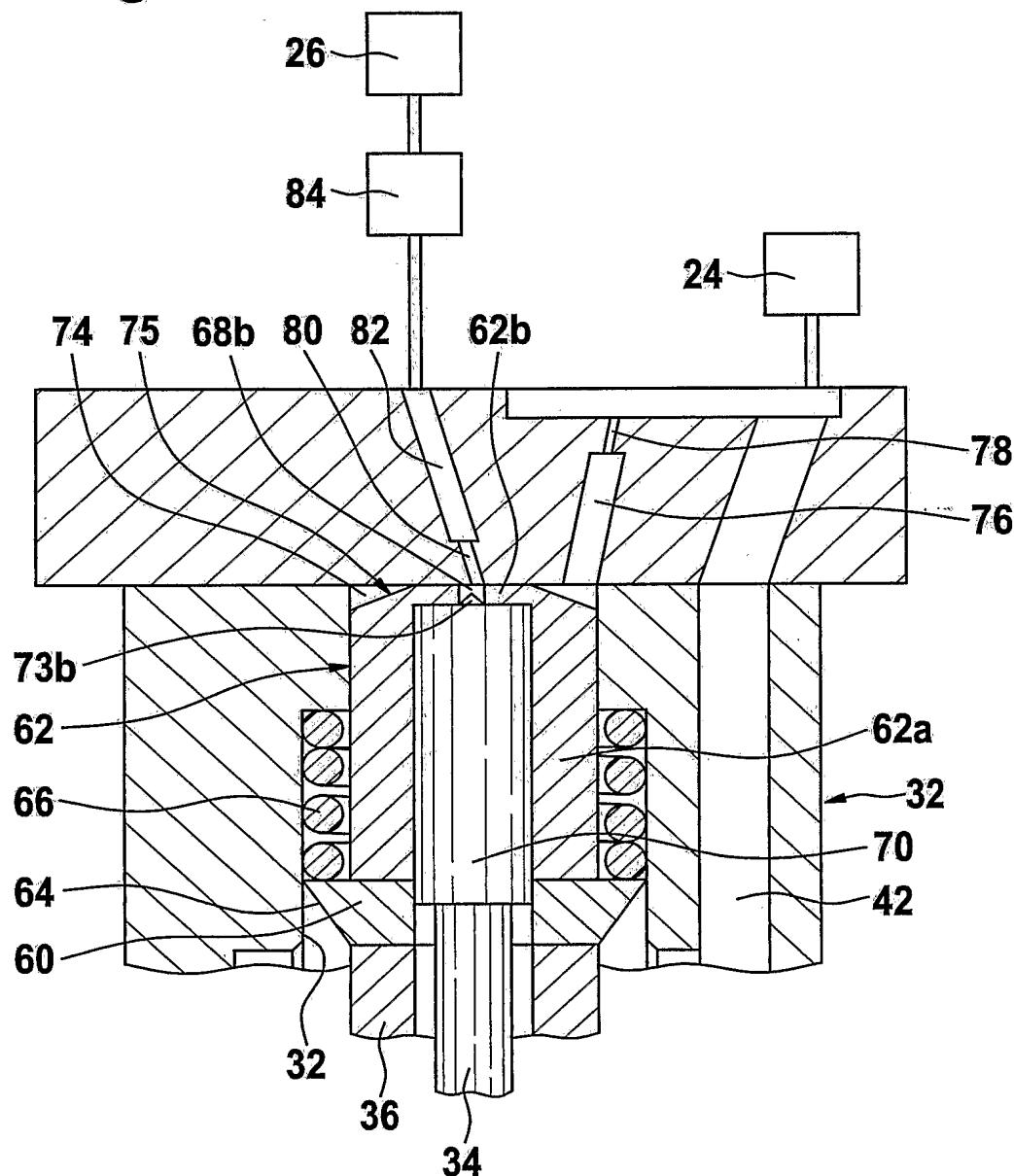


Fig. 5



6 / 8

Fig. 6

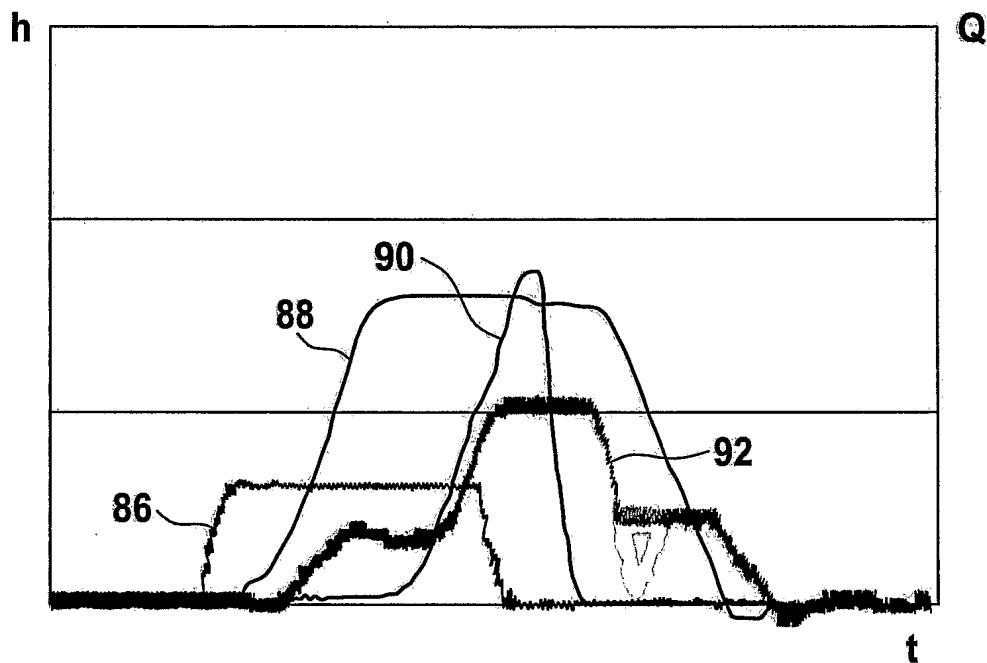


Fig. 7

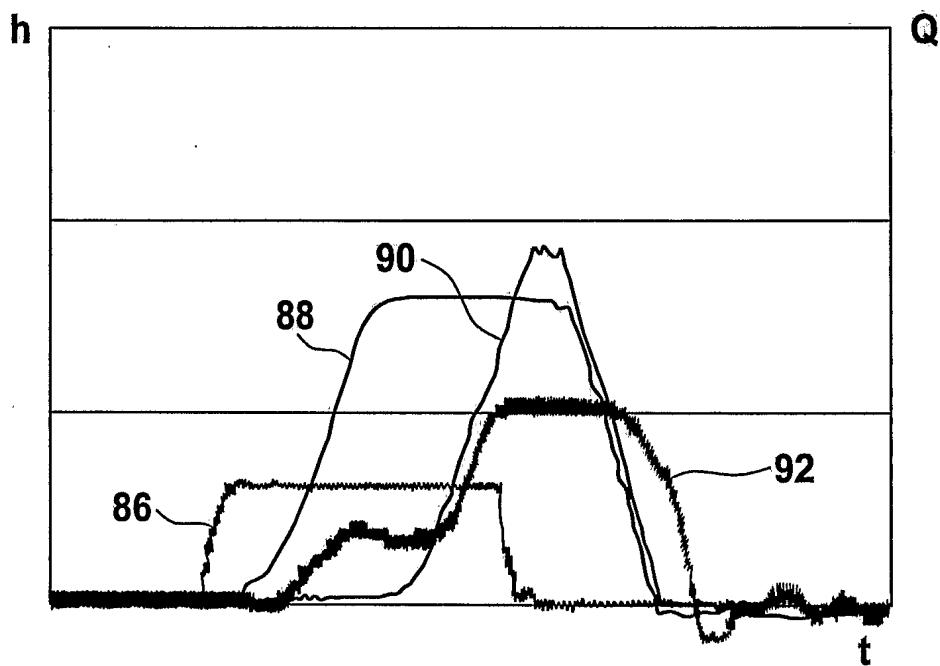


Fig. 8

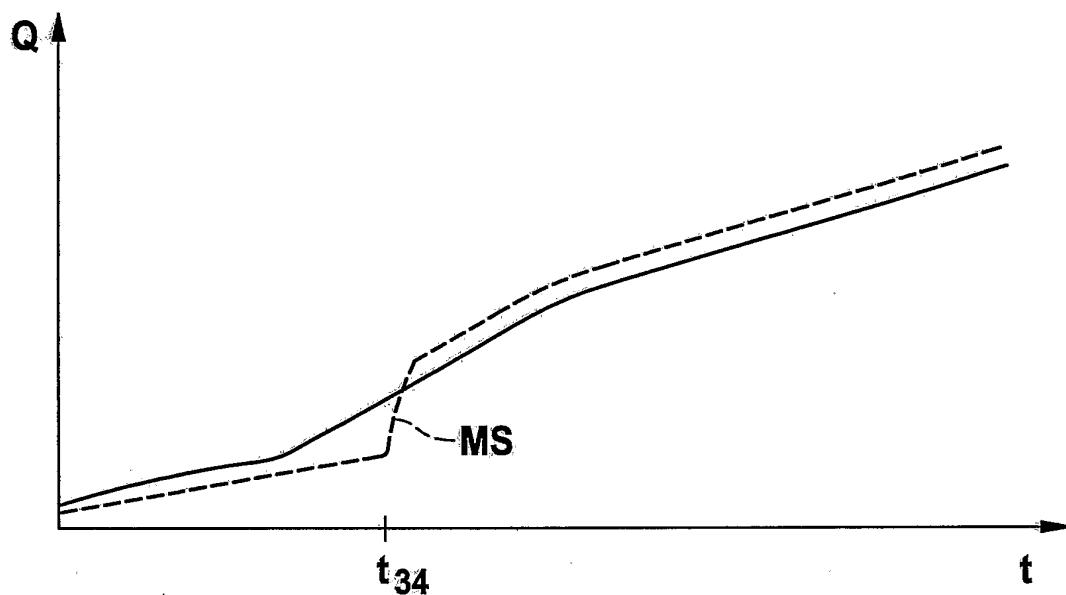


Fig. 9

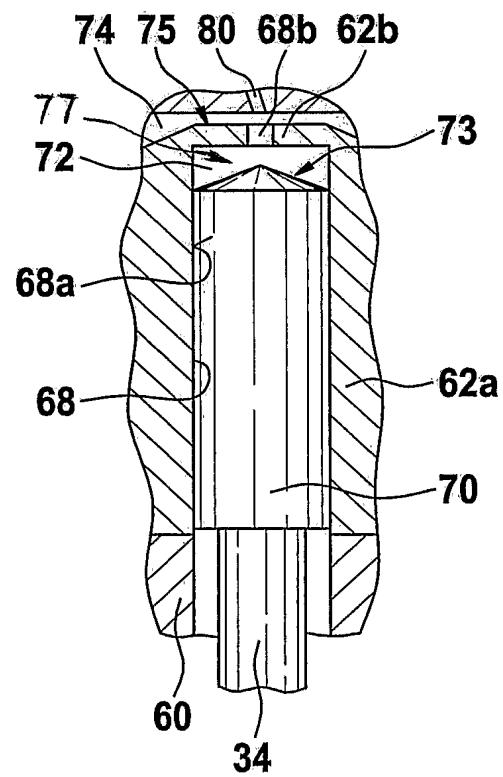


Fig. 10

